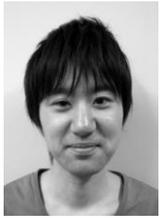


豊洲駅構内の旅客流動シミュレーションシステムの開発



H05042 佐久間 康暢

指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

東京圏の駅構内では旅客流動の処理能力の不足により、朝ラッシュ時において激しい混雑が生じている。駅構内において激しい混雑を招く要因である旅客流動と駅構内の処理能力を考察し、定量的な評価に基づいて構内の混雑緩和対策を検討することが重要である。

本研究では都市開発によって構内の混雑が悪化している豊洲駅構内を対象に、朝ラッシュ時における駅構内の旅客流動を分析する。混雑緩和を旅客流動から検討するために①乗降時別の旅客移動速度の算出、②マルチエージェント・シミュレータ(MAS)を用いて旅客流動を再現することで、駅構内の混雑対策に資する分析システムを開発することを目的とする。

2. 調査概要

2-1 調査内容

豊洲駅構内の混雑の実態を把握するために表1の調査場所で旅客の移動速度と通過人数の計測調査をした。

表1 調査対象

調査場所	調査時間	調査日
豊洲駅 B3F(エレベーター付近)	7:00~9:00	2008/11/21
B2F(エスカレーター・階段付近)	7:00~9:00	2008/9/26, 10/10, 24
B1F(改札口付近)	7:00~9:00	2008/12/5, 18

2-2 調査方法

(B3F) , (B2F)

・列車到着 20 秒後, 40 秒後, 60 秒後, 80 秒後, 100 秒後, 120 秒後の乗降車客の移動所要時間と通過人数を計測した。ただし, B3F は早い段階で旅客の移動が完了するため 10 秒間隔で計測した。

(B1F)

・階段を上り終えて 20 秒後, 40 秒後, 60 秒後, 80 秒後, 100 秒後, 120 秒後の乗降車客の移動所要時間と通過人数を計測した。

2-3 調査結果

図 3-1, 2, 3 の実線で調査結果を示す。

【B3F】20-40 秒の間で旅客の移動速度の低下が見られ

た。新木場行きと和光市行きのホームともに旅客の移動速度は低下するが、60 秒後には解消された。新木場行きのホームではエレベーター付近で錯綜が確認できたが、和光市行きのホームでは確認できなかった。

【B2F】混雑のピーク時にはエスカレーター・階段付近での旅客の移動速度が低下する状態を確認できた。エスカレーター付近では 60-100 秒の間で混雑がピークになった。120 秒後にはエスカレーターよりも階段を利用する旅客のほうが自由歩行ができていた。

【B1F】60 秒を経過した前後で、改札口付近に旅客の増加に伴う滞留が発生した。B1F は B2F, B3F と比較して旅客同士の錯綜が起りやすく、移動速度にも変化を及ぼしていた。

3. シミュレーションシステムのアルゴリズム

本研究では自律的な行動を行うエージェントの相互作用からエージェントが形成するシステムを評価するシミュレータを利用した。旅客エージェントの相互作用から駅構内を再現する。

アルゴリズムを図 1 に示す。エージェントには進行方向の旅客、障害物を感知し回避するルールを与える。加えて速度低下時には赤で示し、自由歩行時には青で示すことで駅構内の旅客流動を再現するルールを与えている。スケールは 1m×1m を 1 マスとし、1 秒を 1 ステップとする。

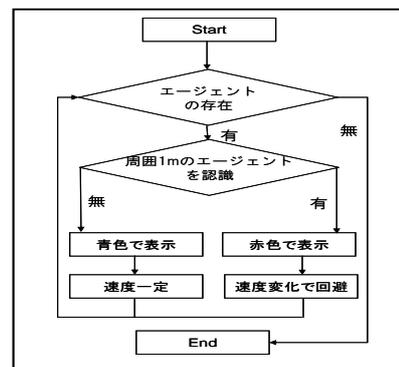


図1 行動アルゴリズム

## 4. 再現性

### 4-1 シミュレーション実行画面

図 2-1, 2, 3 が各階における MAS での実行画面である。各階とも旅客流動で混雑が発生している場所は、調査場所と一致している。

### 4-2 シミュレーションの再現性

図 3-1, 2, 3 に実測値と推定値の比較を示す。

**【B3F】** 20-60 秒の間で MAS の移動速度が実測よりも下回った。本研究で対象にしていないエレベーターがない階段単独の場所の実測結果があれば、再現性の向上につながると考えられる。実測の調査区間を階段から柱と設定しているが、旅客が実際に自由歩行できる区間全体の調査結果を加えることで MAS の旅客の挙動を十分に再現できると考えられる。

**【B2F】** 20-60 秒での数値に若干の相違が見られたが、80-120 秒の実測と MAS との再現性は確認できた。B2F は MAS 上での旅客同士の距離間隔を改善すれば再現性が向上すると思われる。新木場行きと和光市行きの列車が同時に到着した際の MAS の旅客の挙動をさらに改善して、実測の結果に近似すると考えられる。

**【B1F】** 60 秒後に旅客の移動速度が急激に低下する様子を表現できているが、全体のグラフの傾向は再現できた。実測のサンプル数を増やし、MAS 上の旅客の方向転換のルールを改善できれば再現性が向上すると考えられる。

### 4-3 既存研究との再現性

昨年、研究室で鍋嶋氏が調査した結果と本研究の結果との比較をする。十分に MAS で旅客流動を再現できていれば既存研究の交通量と移動速度の関係が類似するが、図 4 に示す様に再現性は高いとは言えない。

## 5. 考察

豊洲駅構内の旅客流動を調査結果と MAS で再現することで、旅客の移動速度の変化を確認できた。シミュレーション結果と実際の移動速度は異なったが、移動速度の変化の傾向は実測、MAS とともに類似している。

本研究の課題としては、現実の豊洲駅構内の旅客流動を示すには実測する際の調査箇所、旅客の挙動、MAS 上での各主体の軌跡をさらに検証する必要がある。本研究を旅客流動改善の見地から豊洲駅構内の空間の設計に貢献できたらと考える。

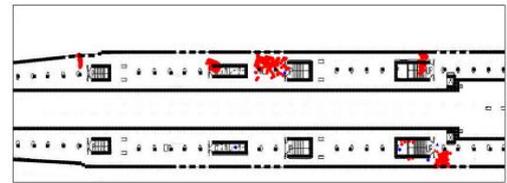


図 2-1 B3F のシミュレーション実行画面(31steps)

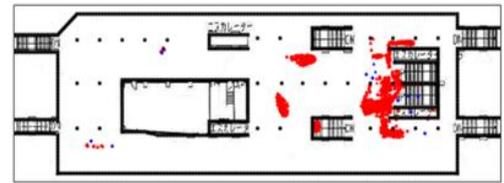


図 2-2 B2F のシミュレーション実行画面(41steps)

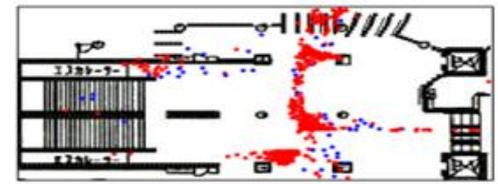


図 2-3 B1F のシミュレーション実行画面(43steps)

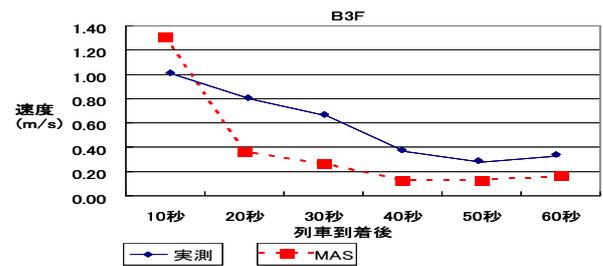


図 3-1 移動速度 (B3F) の再現性

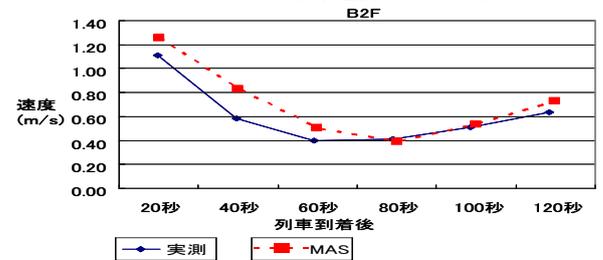


図 3-2 移動速度 (B2F) の再現性

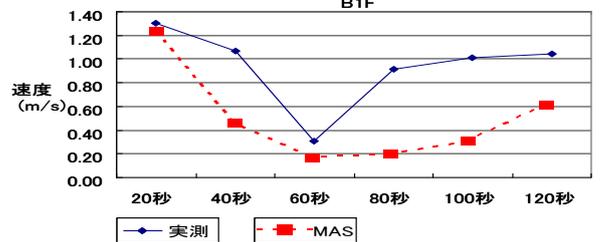


図 3-3 移動速度 (B1F) の再現性

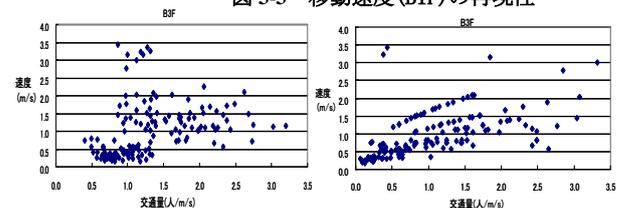


図 4 交通量の再現性(左: 既存研究, 右: 本研究)